Aus den „Seminaristischen Uebungen für Pathologische Physiologie“
an der Universität Berlin
(Leiter: Prof. Dr. Adolf Bickel).

Versuche über den Einfluß der Mischung von Kartoffel und Weizenkleber in der Nahrung auf den Betriebsstoffwechsel

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Medizinischen Doktorgrades an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Gerhard Bandow
aus Elbing

Tag der Promotion: 4. Februar 1939

VERLAG RUDOLPH PFAU :: BERLIN NW 7

M 470

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Siebeck
Referent: Prof. Dr. Bickel
Korreferent: Prof. Dr. Lohmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Durch die Arbeiten im hiesigen Laboratorium wurde nachgewiesen, daß unter sonst ähnlichen Versuchsbedingungen die Oxydationslage, und damit auch die energetische Ausnutzung des zur Verbrennung gelangenden Materials im Zwischenstoffwechsel durch die Qualität des Nahrungsstickstoffträgers in maßgeblicher Weise mitbestimmt wird.

Diese neue Erkenntnis wurde auf Grund der Erfahrung gewonnen, daß bei quantitativ und qualitativ gleichmäßiger Ernährung über längere Zeit hinaus vom Körper eine bestimmte Oxydationslage inne gehalten wird. Dabei ist es durchaus einleuchtend, daß eine derartig gleichmäßige Oxydationslage sowohl unterhalten wird, wenn in der gemischten definierten Nahrung nur ein einzelner Eiweißkörper Träger des Nahrungsstickstoff ist, wie auch dann, wenn eine bestimmte Mischung von verschiedenen Eiweißen verfüttert wird.

In allen Versuchen, um die es sich hier handelt, wurde die Oxydationslage durch die Bestimmung der Harnquotienten C : N und Vacat-O : N ermittelt. Dabei versteht man unter Vacat-Sauerstoff die Menge Sauerstoff, die man dem Harn zuführen muß, um eine vollständige Oxydation seiner gelösten Bestandteile zu erreichen. Je höher nun der Wert für diesen Quotienten in der täglichen Harnmenge ist — man nimmt zweckmäßig den Mittelwert länger dauernder Perioden — desto größer ist auch die Menge der mangelhaft oxydierten Harnsubstanz. Die Durchoxydierung des Nahrungsmaterials im Stoffwechsel ist in diesem Falle schlechter, die energetische Ausnutzung des Nahrungsmaterials also auch entsprechend unvollständiger. Je höher die Lage von C : N und besonders von Vacat-O : N ist, umso höher muß auch der Wärmewert des Harns im Verhältnis zu seinem Stickstoffwert liegen.

Schon Rubner hatte im Jahre 1901 in seiner Schrift „Der Energiewert der Kost des Menschen“ ganz richtig erkannt, daß für die Beurteilung der Energiewerte der Nahrung für den Körper die jeweilige Lage des kalorischen Harnquotienten ein sehr feiner Indikator sein kann. In seiner Schrift „Ueber die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels“ hat

Bickel in Tabelle 13 auf Seite 41 eine Zusammenstellung aller in der genannten Richtung untersuchten Eiweißstoffe und eiweißhaltigen Nahrungsmittel gegeben. Diese Untersuchungen bezogen sich auf die Lage der Harnquotienten, die unterhalten wird, wenn immer ein bestimmtes Eiweiß oder eiweißhaltiges Nahrungsmittel in der im übrigen definierten gemischten Versuchsnahrung der Nahrungsstickstoffträger ist. Hierbei wurde als Maßstab die Harnquotientenlage gewählt, die unter den obigen Voraussetzungen bei N-äquimolecularem Gehalt an Nahrungsstickstoffträgern vom Kasein unterhalten wird. Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß es eiweißhaltige Nahrungsmittel und reine Eiweißstoffe gibt, die dieselbe oder eine niedrigere oder eine höhere Harnquotientenlage unterhalten, als die, die vom Kasein unterhalten wird. Zu den Eiweißen, die dieselbe Harnquotientenlage wie das Kasein unterhalten, gehört unter anderem auch das Weizenklebereiweiß, das bekanntlich eine 50%ige Mischung von Gliadin und Glutelin darstellt. Zu den eiweißhaltigen Nahrungsmitteln, die eine höhere Harnquotientenlage unterhalten als das Kasein gehört die Kartoffel.

Während bei den reinen Eiweißstoffen die Beziehung der Qualität des Nahrungseiweißes zu der Harnquotientenlage ohne weiteres klar ist, kann man bei der Verfütterung eiweißhaltiger Nahrungsmittel nicht wissen, wie weit die Gestaltung der Harnquotientenlage außer von dem Eiweiß noch von anderen Bestandteilen dieses Nahrungsmittels abhängig ist. Das gilt besonders auch für die Kartoffel, die ich bei meinen Versuchen verfüttert habe. Hierbei denkt man an die Veränderung der Harnquotientenlage bei der Verfütterung eines reinen Getreideeiweißes im Vergleich zum ganzen Korn, dessen Harnquotient durch Zellulose und andere Ballaststoffe oder im durch Backen veränderten Zustand durch Röstprodukte eine wesentliche Veränderung im Sinne einer Erhöhung erfährt. An ähnlich bedingte Veränderungen der Harnquotientenlage müssen wir auch bei der Kartoffel denken, deren Eiweiße bisher in ihrer Gesamtheit noch nicht rein dargestellt werden konnten.

Es lag nun der Gedanke nahe, einmal ganz ohne Rücksicht auf die oder jene theoretische Vorstellung zu untersuchen, was vor sich geht, wenn man plötzlich einen Teil der Kartoffel in der definierten Kartoffelnahrung in N-äquimolecularer Menge durch ein reines Eiweiß ersetzt. Interessant war es besonders, einen Fall genauer zu untersuchen, in dem ein eiweißhaltiges Nahrungsmittel, welches wie die Kartoffel eine hohe Harnquotientenlage unterhält, in N-äquimole-

cularer Menge teilweise ersetzt wird durch ein reines Eiweiß, das eine niedrige Harnquotientenlage unterhält. Einen derartigen Versuch führte Braasch aus. Er verfütterte zunächst eine Nahrung, in der die Kartoffel der Nahrungsstickstoffträger war. Dann ersetzte er in dieser Nahrung die Kartoffel in N-äquimolecularer Menge mehr und mehr durch Kasein. Der ursprüngliche Kaloriengehalt der Nahrung wurde dabei gewahrt durch Ausbalancieren mit Kohlehydrat. Dabei stellte sich heraus, daß bei ⅔ Ersatz der Kartoffel durch Kasein in N-äquimolecularer Menge bereits der Harnquotientenwert erreicht war, der dem Kasein zusteht, wenn es allein der Nahrungsstickstoffträger ist. Bis zu diesem ⅔ Ersatz sanken die Harnquotientenwerte dauernd. Dabei kam die Senkung von Periode zu Periode auf verschiedenem Wege zustande. Entweder trat eine Verminderung der absoluten Werte für C und Vacat-O bei gleichbleibendem N-Wert ein, oder bei gleichartiger aber ungleichstarker Veränderung der N-Werte und gleichbleibender Werte für C und Vacat-O, oder auch bei Verminderung der absoluten Werte für C und Vacat-O und einer Steigerung der N-Werte. Diese fortschreitende Senkung der Harnquotientenlage wurde also vom Körper von Periode zu Periode durch verschiedene Mittel bewerkstelligt. An sich ist es ohne weiteres verständlich, daß zum Beispiel die Senkung eines Harnquotienten von einem bestimmten Wert auf einen anderen bestimmten Wert sowohl durch eine entsprechende Verminderung von C oder Vacat-O und gleichbleibendem N-Wert, wie auch bei gleichbleibendem C oder Vacat-O und steigendem N-Wert, wie endlich auch bei gleichgerichteter aber ungleich starker Aenderung sämtlicher Werte erzielt werden kann. Wenn aber im Verlauf eines Versuchs in dieser Weise auf verschiedenen Wegen das gleiche Ziel erreicht wird, ist der Schluß berechtigt, daß hierbei Umstellungen im Zwischenstoffwechsel zu den beobachteten Veränderungen führen. Das schließt nicht aus, daß zum Beispiel die hohe Harnquotientenlage bei der Kartoffel auch noch mitbedingt sein kann durch die Körperpassage schwer oxydabler Substanzen. Diese können in der Kartoffel enthalten sein und bei ihrem Genuß resorbiert werden und im Harn erscheinen. Das schließt ferner nicht aus, daß mit der Verminderung des Kartoffelanteils in der Nahrung auch die Menge dieser resorbierten und im Harn erscheinenden Substanzen entsprechend abnimmt. Sie kann dann bei der Harnquotientensenkung, die diese Diätveränderung begleitet, mit beteiligt sein. Wie weit die Senkung der Harn-

quotientenlage bei diesem Versuch durch die Verminderung der dysoxydabolen Substanzen in der Kartoffel mit erreicht wurden, interessiert hier weniger als die Erfahrung, daß durch den teilweisen Ersatz der Kartoffel durch Kasein im Ablauf des intermediären Stoffwechsels Aenderungen eingetreten sind.

Bei dem oben geschilderten Versuch war von Braasch eine Mischung von Kartoffel mit Kasein vorgenommen worden. Es handelte sich hier also um einen Versuch, bei dem ein pflanzliches Nahrungsmittel mit hoher Harnquotientenlage mit einem reinen tierischen Nahrungseiweiß mit niedriger Harnquotientenlage gemischt worden war.

Meine Aufgabe war es nun, zu untersuchen, in welcher Weise sich die Harnquotientenlage ändert, wenn man mit Kartoffel vorfüttert und diese dann N-äquimolecular zu ⅔ durch ein reines pflanzliches Eiweiß, nämlich Weisenklebereiweiß ersetzt. Bei diesem Versuch interessierte uns besonders, ob sich beim teilweisen Ersatz der Kartoffel durch ein reines pflanzliches Eiweiß eine ähnliche Veränderung der Harnquotientenwerte einstellt, wie sie bei dem oben erwähnten Versuch mit dem reinen tierischen Eiweiß resultierte. Das Ergebnis meines Versuchs war folgendes: Bei ⅔ Ersatz der Kartoffel durch N-äquimoleculare Mengen von Weizenklebereiweiß ist schon am 3. Tage der Mischfütterung die Harnquotientenlage erreicht, die wir auch erhalten, wenn Weizenklebereiweiß allein der Nahrungsstickstoffträger war. Besonders bemerkenswert bei diesem Versuch ist, daß das sogenannte Uebergangsstadium, das bei andern Mischungen eine Woche und länger dauert, bei der Kartoffel-Weizenklebereiweißmischung nur sehr kurz ist, es erstreckt sich nur über 2 Tage. Diese Abkürzung des Uebergangsstadiums zeigt uns, daß der Zwischenstoffwechsel sich kurzfristig auf das neue Nahrungsgemisch umgestellt hat, also sehr schnell in die neue oxydationsbeschleunigende Konstellation des angeborenen Nahrungsmaterials eingetreten ist.

Experimenteller Teil.

Die Versuche wurden an drei Gruppen von je 10 männlichen Ratten durchgeführt, die sich jenseits der Periode des starken Körperwachstums befanden. Der Rattenversuch hat den Vorteil, daß die Ratte einen sehr lebhaften Stoffwechsel hat bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von etwa 7 Jahren. Außerdem ist der Stoffwechsel der omnivoren Ratte dem des omnivoren Menschen

sehr ähnlich. Bei der Umrechnung entspricht eine Versuchsdauer von einer Woche bei der Ratte einer mindestens mehrmonatigen beim Menschen. Ferner waren auch die Mehrzahl der mitgeteilten früheren Beobachtungen über Ernährungsfragen an Ratten vorgenommen worden, man denke nur an die grundsätzlich wichtigen Beobachtungen über die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zum Wachstum. Jeder Versuch setzte sich aus mehreren Perioden zusammen, von denen jede 7 Tage dauerte. Die Analysen wurden an den letzten 5 Tagen jeder Periode durchgeführt. Jede Rattengruppe saß in einem Stoffwechselkäfig, der es ermöglichte, Harn und Kot gesondert aufzufangen. Im Sammelharn wurde täglich der Vacat-O nach der Mikromethode von Müller-Kanitz und der Stickstoff nach der Halbmikromethode von Kjehdal bestimmt. Die Periodenmittelwerte wurden für C, Vacat-O und N aus den täglichen Analysen berechnet. Durch Division dieser Werte wurden die Periodenmittelwerte für C : N und Vacat-O : N gefunden. Der Harn der Tiere war immer frei von Eiweiß und Zucker. Da bei derartigen Gruppenversuchen bei der Sammlung des Harns Harnverluste eintreten können, wird auf die Berechnung der Stickstoffbilanz verzichtet. Durch diese kleinen Verluste wird aber das natürliche Mischungsverhältnis nicht geändert. Das geht daraus hervor, daß bei gleicher Ernährung innerhalb der physiologischen Schwankungen die Periodenmittelwerte der einzelnen Harnquotienten in aufeinanderfolgenden Perioden gleichbleibend sind.

Die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel, die in meinem Versuch zur Anwendung kamen, waren folgende: 1. Kartoffelflocken, das sind bei niedriger Temperatur getrocknete Kartoffeln. 2. Reines Weizenklebereiweiß von der chemischen Fabrik Dr. Klopfer, Dresden. 3. Kartoffelstärke, die aber als Verunreinigung einer Spur N enthielt. Es enthielten: 1 g Kartoffelflocken 0,0132 g N, 1 g Weizenklebereiweiß 0,1323 g N, 1 g Kartoffelstärke 0,0008 g N.

Alle in den einzelnen Perioden verwandten Nahrungsmittel hatten annähernd gleichen Stickstoff- und Kaloriengehalt. Das Nahrungsgemisch, in dem die Kartoffel zu 100% Nahrungsstickstoffträger war, und dasjenige, bei dem die Kartoffel zu ⅔ durch Weizenklebereiweiß ersetzt war, waren bis auf dieses Weizenklebereiweiß hinsichtlich ihrer qualitativen Zusammensetzung praktisch gleich. Es wurden nämlich in diesem Nahrungsgemisch das Kaloriendefizit, das durch den teilweisen Ersatz der Kartoffel durch reines Weizenklebereiweiß entstanden war, durch Zugabe von Kartoffelstärke bei

der Weizenklebereiweißnahrung ausgeglichen. Nur in dem Nahrungsgemisch, in dem das Weizenklebereiweiß allein der Nahrungsstickstoffträger war, wurde das Kaloriendefizit durch Zugabe von 30 g Rohrzucker neben der Kartoffelstärke ausgeglichen. Im Folgenden wird eine Zusammenstellung der einzelnen Nahrungsgemische bezüglich ihrer Zusammensetzung gebracht.

Diät I. Tagesration für 10 Ratten.

Kartoffelflocken	100,3 g
Lebertran	20,0 g
Salzgemisch Mc. Collum Nr. 185	2,0 g
Apfelsinensaft	10,0 g
Wasser	ca. 600,0 g

Diät II. Tagesration für 10 Ratten.

Kartoffelflocken	33,4 g
Weizenklebereiweiß	6,6 g
Lebertran	20,0 g
Salzgemisch Mc. Collum Nr. 185	2,0 g
Kartoffelstärke	60,0 g
Apfelsinensaft	10,0 g
Wasser	ca. 600,0 g

Diät III. Tagesration für 10 Ratten.

Weizenklebereiweiß	10,0 g
Rohrzucker	30,0 g
Kartoffelstärke	60,0 g
Lebertran	20,0 g
Salzgemisch Mc. Collum Nr. 185	2,0 g
Apfelsinensaft	10,0 g
Wasser	ca. 600,0 g

Bei diesen 600 ccm Wasser ist nicht das Wasser berücksichtigt, das zum Quellen der Kartoffelflocken verwandt wurde. Diese wurden im 1. Versuch, besonders in der 3. Periode vor der Zubereitung stark aufgeweicht. Daraus erklären sich die größeren Harnmengen an einzelnen Tagen der 2. und 3. Periode des 1. Versuchs. Im 2. und 3. Versuch wurde auf stärkere Quellung der Kartoffelflocken verzichtet.

Im 1. Versuch wurde in der 1. Periode die Wirkung der Kartoffel untersucht. Dann wurde in der 2. und 3. Periode die Wirkung untersucht, die der teilweise Ersatz der Kartoffel durch Weizen-

klebereiweiß hat. Zum Schluß wurde in einer 4. Periode die Wirkung des reinen Weizenklebereiweiß untersucht.

Die Nahrung wurde folgendermaßen zubereitet: Es wurden außer dem Lebertran und dem Apfelsinensaft alle Bestandteile aufgekocht, so daß ein dickflüssiger Brei entstand. Nach dem Kochen wurde Lebertran und Apfelsinensaft als Vitaminträger gleichmäßig untergemischt. Die in den 3 Diäten beschriebene Nahrungsration wurde immer von den Tieren verzehrt.

Vor der Besprechung der Versuche will ich jetzt erst die Futtertabelle und die Analysentabellen einfügen.

Futtertabelle für 10 Ratten.

1. Woche:

Kartoffelflocken	100,3 g
Lebertran	20,0 g
Salzgemisch	2,0 g
Apfelsinensaft	10,0 g
Wasser	600,0 g

1,32 g N für 10 Tiere, ca. 58 Kalorien.

2. Woche:

$^1/_3$ Kartoffelflocken	33,4 g
$^2/_3$ Weizenklebereiweiß	6,6 g
Kartoffelstärke	60,0 g
Lebertran	20,0 g
Salzgemisch	2,0 g
Apfelsinensaft	10,0 g
Wasser	ca. 600,0 g

1,36 g N für 10 Tiere, ca. 58 Kalorien.

3. Woche:

Futter der 2. Woche.

4. Woche:

Weizenklebereiweiß	10,0 g
Rohrzucker	30,0 g
Kartoffelstärke	60,0 g
Lebertran	20,0 g
Salzgemisch	2,0 g
Apfelsinensaft	10,0 g
Wasser	600,0 g

1,37 g N für 10 Tiere, ca. 58 Kalorien.

1 g Kartoffelflocken	= 0,0132 g N
1 g Weizenklebereiweiß	= 0,1323 g N
1 g Kartoffelstärke	= 0,0008 g N

Analysentabelle für 10 Ratten.

Versuch I.

Periode 1. Kartoffelflocken.

Trockenkot = 37,9 g
Kot N = 1,578 g

Analysentag Nr.	Körpergewicht in g	Harnmenge in ccm	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C
1.	188	250	1128	1950	703	1,60	2,78	1,73
2.	189	298	1124	1931	682	1,65	2,83	1,72
3.	190	297	1114	1827	665	1,67	2,75	1,64
4.	190	311	1104	1844	697	1,58	2,65	1,67
5.	190	245	1095	1850	687	1,61	2,72	1,69
Periodenmittelwerte:			1113	1880	686	1,62	2,74	1,69

Periode 2. $^1/_3$ Kartoffelflocken + $^2/_3$ Weizenklebereiweiß.

Trockenkot = 17,0 g
Kot N = 0,778 g

Analysentag Nr.	Körpergewicht in g	Harnmenge in ccm	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C
6.	190	450	1053	1598	851	1,24	1,88	1,52
7.	190	420	991	1546	823	1,20	1,88	1,56
8.	190	320	800	1304	653	1,23	2,00	1,64
9.	190	320	800	1304	653	1,23	2,00	1,64
10.	190	448	1062	1429	878	1,21	1,63	1,35
Periodenmittelwerte:			741	1437	771	1,22	1,88	1,54

Periode 3. $^1/_3$ Kartoffelflocken + $^2/_3$ Weizenklebereiweiß.

Trockenkot = 15,1 g
Kot N = 0,757 g

Analysentag Nr.	Körpergewicht in g	Harnmenge in ccm	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C
11.	189	330	802	1195	657	1,22	1,82	1,49
12.	189	515	850	1560	690	1,23	2,26	1,88
13.	188	500	795	1215	630	1,26	1,93	1,53
14.	188	332	790	893	647	1,22	1,38	1,13
15.	188	560	1597	2086	1313	1,22	1,59	1,31
Periodenmittelwerte:			967	1390	788	1,23	1,79	1,45

Periode 4. Weizenklebereiweiß.

Trockenkot = 11,2 g
Kot N = 0,588 g

Analysentag Nr.	Körpergewicht in g	Harnmenge in ccm	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C
16.	187	410	882	992	775	1,14	1,28	1,13
17.	186	330	716	977	587	1,23	1,66	1,36
18.	185	320	701	989	576	1,22	1,72	1,41
19.	185	190	475	673	456	1,01	1,47	1,43
20.	185	320	630	1053	586	1,08	1,80	1,67
Periodenmittelwerte:			680	937	596	1,14	1,54	1,39

Analysentabelle für 10 Ratten.

Versuch II.

Periode 1. Kartoffelflocken.

Analysentag Nr.	Körpergewicht in g	Harnmenge in ccm	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C
1.	279	270	999	1407	567	1,76	2,48	1,41
2.	279	275	984	1378	550	1,77	2,50	1,39
3.	278	280	1019	1347	549	1,86	2,45	1,32
4.	278	277	1012	1316	546	1,85	2,41	1,30
5.	278	273	1053	1368	554	1,89	2,47	1,29
Periodenmittelwerte:			1013	1363	553	1,83	2,46	1,34

Periode 2. $^1/_3$ Kartoffelflocken + $^2/_3$ Weizenklebereiweiß.

Analysentag Nr.	Körpergewicht in g	Harnmenge in ccm	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C
6.	278	320	1110	1392	941	1,18	1,48	1,25
7.	277	325	1141	1368	939	1,21	1,46	1,19
8.	277	310	753	1038	676	1,11	1,55	1,38
9.	277	317	872	1125	710	1,23	1,58	1,29
10.	278	328	935	1207	745	1,25	1,62	1,29
Periodenmittelwerte:			962	1226	802	1,19	1,53	1,24

Versuch III.

Periode 1. Kartoffelflocken.

Analysentag Nr.	Körpergewicht in g	Harnmenge in ccm	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C
1.	276	292	1162	1717	651	1,78	2,64	1,48
2.	276	288	1187	1719	654	1,81	2,63	1,45
3.	275	284	1221	1764	656	1,86	2,69	1,44
4.	275	292	1124	1542	645	1,74	2,39	1,37
5.	275	296	1163	1566	645	1,80	2,43	1,35
Periodenmittelwerte:			1172	1662	650	1,80	2,55	1,42

Periode 2. $^1/_3$ Kartoffelflocken + $^2/_3$ Weizenklebereiweiß.

Analysentag Nr.	Körpergewicht in g	Harnmenge in ccm	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C
6.	274	365	1212	1515	982	1,23	1,57	1,25
7.	274	342	1159	1488	937	1,24	1,59	1,28
8.	274	325	721	1081	647	1,12	1,67	1,49
9.	275	338	1105	1470	934	1,18	1,57	1,33
10.	275	346	1121	1519	969	1,16	1,57	1,35
Periodenmittelwerte:			1064	1415	894	1,19	1,58	1,34

Uebersichtstbelle für Versuch I, II und III

für je 10 Ratten.

Versuch I.

Körpergewicht in g	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C	Trockenkotmenge in g
			Periode 1.				
190	1113	1880	686	1,62	2,74	1,69	37,9
			Periode 2.				
190	741	1437	771	1,22	1,88	1,54	17,0
			Periode 3.				
189	976	1390	788	1,23	1,79	1,45	15,1
			Periode 4.				
186	680	937	596	1,14	1,54	1,38	11,2

Versuch II.

Körpergewicht in g	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C	Trockenkotmenge in g
			Periode 1.				
278	1013	1363	553	1,83	2,46	1,85	42,1
			Periode 2.				
277	962	1226	802	1,19	1,53	1,58	31,6

Versuch III.

Körpergewicht in g	Harn C in mg	Harn V/O in mg	Harn N in mg	C/N	O/N	O/C	Trockenkotmenge in g
			Periode 1.				
275	1172	1662	650	1,80	2,55	1,91	43,5
			Periode 2.				
274	1064	1415	894	1,19	1,58	1,53	28,3

Besprechung der Versuche.

Abgesehen von der letzten Periode des 1. Versuchs, in der das Weizenklebereiweiß allein den Nahrungsstickstoff lieferte und in der eine leichte Gewichtsabnahme von *2* g bei jedem Tier eintrat, hielt sich bei allen Versuchen in allen Perioden bei allen Tieren das Körpergewicht in gleicher Höhe. Es wurden hierbei geringe Gewichtsschwankungen von 1—*2* g nicht in Betracht gezogen.

In den Perioden, in denen die Kartoffelflocken der alleinige Nahrungsstickstoffträger waren, war die Trockenkotmenge und auch der Kotstickstoff größer als in den anderen Perioden. Am niedrigsten waren die Trockenkotmenge und der Kotstickstoffgehalt in der 4. Periode, als das Weizenklebereiweiß als Nahrungsstickstoffträger verfüttert wurde. Das entspricht dem, was in dieser Hinsicht bekannt ist. Bei längerer Ernährung mit einer derartigen, die Trockenkotmenge erhöhenden vegetabilischen Kost tritt bekanntlich eine Adaption des Darmes auch beim Menschen ein, die zu einer Verminderung der Trockenkotmenge führen kann. In den 1. Perioden aller Versuche, in denen die Kartoffelflocken allein verfüttert wurden, lagen die Harnquotienten hoch. Ich führe hier die Periodenmittelwerte an.

	C : N	V—O : N
1. Versuch 1. Periode	1,62	2,74
2. Versuch 1. Periode	1,83	2,46
3. Versuch 1. Periode	1,80	2,55

Diese Werte liegen in der Größenordnung für die Kartoffelnahrung, wie sie in dem Buch „Ueber die Brotnahrung des deutschen Volkes" von Bickel angegeben sind. Nach dem Buch „Die Beziehungen des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels" von demselben Verfasser soll nach Tabelle 13 der Wert des Weizenklebereiweißes mit dem Wert des Kasein gleich sein. Aus der 4. Periode des 1. Versuchs mit Weizenklebereiweiß allein, ergibt sich nun für das Wizenklebereiweiß ein Wert, der mit C : N = 1,14 und V-O : N = 1,57 ganz im Rahmen der Mittelwerte für Kasein liegt, wie sie in Tabelle 12 der oben genannten Schrift angeführt sind. Am Ende der 1. Periode jeden Versuchs wurde eine Menge der Kartoffel, die ⅔ des gesamten Nahrungsstickstoff enthielt, durch Weizenklebereiweiß ersetzt. Bereits am 1. Analysentage, also am 3. Fütterungstage dieser Periode wurde für C : N und V-O : N ein Wert erreicht, der nicht wesentlich verschieden war von dem Periodenmittelwert, der für jede dieser Perioden mit Mischnahrung errechnet wurde. Dieser Wert änderte sich auch nicht wesentlich, wenn man, wie es in dem 1. Versuch geschah, die Mischnahrung durch 2 Perioden hindurch verabfolgte. Bei einem Vergleich der Periodenmittelwerte der Mischnahrung mit dem Periodenmittelwert der 4. Periode zeigt sich, daß alle diese Werte in der gleichen Größenordnung lagen. Teilweise sind sie sogar gleich. Daraus geht hervor, daß schon der ⅔ Ersatz der Kartoffel durch eine N-äquimoleculare Menge von Weizenklebereiweiß genügt, um die Harnquotientenlage auf das niedrige Niveau zu drücken, das wir vor uns haben, wenn in der Versuchsnahrung das Weizenklebereiweiß allein verfüttert wird.

Ferner ist auffallend, wie schnell bei der Mischung von Kartoffel mit Weizenklebereiweiß die Senkung der Harnquotientenlage eintritt. Das fällt deshalb so auf, weil, wie schon oben gesagt wurde, häufig bei solchen Mischungen Tage, ja Wochen vergehen können, bis sich die Harnquotienten endgültig auf eine neue Lage eingestellt haben. Die Senkung der Quotienten in den Mischperioden kann dabei erreicht werden durch die Steigerung der Harnstickstoffwerte bei gleichzeitiger Senkung der Werte für Harnkohlenstoff und Vacat-Sauerstoff. Sehr gleichmäßig ist der Verlauf des 2. und

und 3. Versuchs. Hier stimmen nämlich die Periodenmittelwerte bei C : N für die Mischperioden beider Versuche vollständig überein, während bei V-O : N eine kleine Differenz von 3 in der 2. Dezimale vorhanden ist. C sinkt in der 1. Mischperiode (Periode II) und steigt in der 2. (Periode III) wieder an, erreicht aber nicht den Ausgangswert in der Kartoffelperiode (Periode I). Vacat-O sinkt fortlaufend durch beide Mischperioden hindurch. N zeigt in der 1.Mischperiode (Periode II) eine Erhöhung, die sich in der 2. Mischperiode (Periode III) nur unbedeutend verstärkt. Während in der 1. und 2. Periode in allen drei Versuchen die Aenderungen im Verhältnis der absoluten Werte gleichlaufen, ist die Art der Aenderung von Periode II zu Periode III des 1. Versuchs etwas anders. Man findet hier eine Besonderheit in dem Wiederanstieg des Harn-C in der 3. Periode. Sie ist aber nur verständlich, wenn man annimmt, daß die beobachteten Harnquotientensenkungen intermediär bedingt sind. In der 4. Periode mit Weizenklebereiweiß finden sich die niedrigsten absoluten Werte von allen drei Versuchen. Trotzdem liegt C : N ganz im Rahmen der C : N-Werte in den Mischperioden aller Versuche. V-O : N zeigt zwar gegenüber den V-O : N-Werten der Mischperioden des Versuchs 1 eine kleine Senkung, liegt aber im Rahmen der V-O : N-Werte der Mischperioden der Versuche 1 und 2.

Zusammenfassend kann man also wohl sagen, daß auch bei der Mischung eines eiweißhaltigen Nahrungsmittels (Kartoffel) mit einem reinen pflanzlichen Eiweiß (Weizenkleber) eine ähnliche Erniedrigung der Harnquotientenlage erzielt wird, wie sie uns aus dem Versuch mit der Mischung der Kartoffel mit einem reinen tierischen Eiweiß bekannt geworden ist. Es wird in meiner Arbeit gezeigt, daß der teilweise Ersatz der Kartoffel in N-äquimolecularer Menge durch Weizenklebereiweiß unter Wahrung des gleichen Kaloriengehalts die urspürnglich hohe Harnquotientenlage rasch senkt. Bei dieser Veränderung kommt eine Umstellung im Zwischenstoffwechsel zustande. Zweck dieser Untersuchung war, die Existenz bisher unbekannter Vorgänge bei dem Eintritt von Mischungen unterschiedlicher Nahrungsmittel in der Nahrung zu entdecken. Wie die Wirkung zustande kommt, bleibt vorläufig unentschieden, es wird die Aufgabe späterer Studien sein müssen. Bevor man aber einen solchen Vorgang im Einzelnen analysieren kann, ist es notwendig, daß man überhaupt Kenntnis von der Existenz dieses Vorgangs hat. Diese Kenntnis gibt die vorliegende Arbeit.

Am Schluß der Arbeit danke ich Herrn Professor Dr. Bickel für die freundliche Ueberlassung des Themas und seine liebenswürdige Hilfsbereitschaft bei der Ausführung der Versuche und Anfertigung der Arbeit.

Literaturverzeichnis.

1. Landois-Rosemann: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1923, 12.
2. Bickel: Die Brotnahrung des Deutschen Volkes. Thieme, Leipzig 1937.
3. — Ernährung der olympischen Kämpfer in Vergangenheit und Gegenwart. Deutscher Verlag, Berlin 1938.
4. — Ueber die Beziehung der Qualität des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels. Schwabe & Co., Basel 1938.
5. — Deutsche Medizinische Wochenschrift Nr. 7, 38, 228.
6. — Neue Untersuchungen über das Nahrungseiweiß im Bau- und Betriebsstoffwechsel. Sonderdruck von „Theorie und Praxis" Nordmark.
7. Braasch: Archiv für Verdauungskrankheiten. 1937, Bd. 61, 74.
8. Kaping: Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel, Heft 5/6, 1936.
9. Osuka: Biochem. Zeitschrift 1932, 244, 284.
10. Kanitz: Biochemische Zeitschrift 1932, 249, 234.
11. Müller: Klinische Wochenschrift Nr. 48, S. 2263.
12. Spolemma und Riebes: Zeitschrift für physiologische Chemie 76, S. 369, 1911/12.

Lebenslauf.

Ich, Gerhard Ernst Theodor Bandow, wurde am 6. Juni 1911 in Elbing (Ostpreußen) als Sohn des Rechtsanwalts und Notars Erich Bandow und seiner Frau Eva geb. Krause geboren. Von Ostern 1918 ab besuchte ich das Gymnasium in Elbing, das ich im März 1931, nach bestandenem Abiturientenexamen verließ. Ich studierte zunächst in Königsberg Medizin, und bestand dort im Sommer 1933 das Physikum. Die klinischen Semester absolvierte ich in Berlin, wo ich am 26. Oktober 1937 meine Staatsprüfung bestand. Ich war anschließend 6 Monate an der Oberlin-Klinik in Babelsberg an der orthopädisch-chirurgischen Abteilung tätig. Am 1. Mai 1938 ging ich an das Kreiskrankenhaus Babelsberg. Am 1. November 1938 erhielt ich meine Bestallung als Arzt.